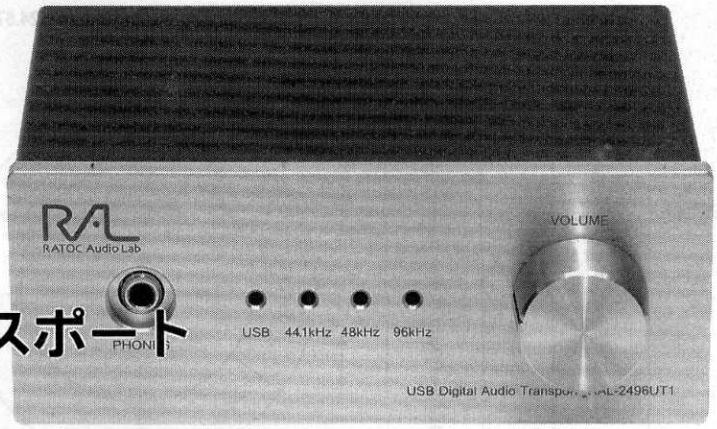
ラトックRAL-2496UT1

中川浩一

USBデジタル・オーディオ・トランスポート試用記



ラトック社は，昨年12月にPCなどのUSB端子からのオーディオ・データを通常のアナログ/デジタル信号に変換するアダプタRAL-2496 UT 1を発売しました．

RAL-2496 UT 1には，USB変換コントローラ，バッファ・メモリ，S/PDIF変換トランスミッタの他，アナログ出力用DAコンバータが内蔵され，Windows 7/Vista/XPとMac OS X 10搭載のPCのUSB端子に接続可能です．このアダプタは，ジッターを軽減するため，USB入力端子からのオーディオ・データを一旦メモリに記録し，それを別に設けた低ジッターの水晶発振器クロックによりデータを読出しているのが特徴です．

従来のUSB DACでは，入力データに埋め込まれたクロックをPLLによって再生していましたが，この方法は，VCOの特性や電源雑音などの外部雑音の影響により，クロックが位相変調されジッターとなって音質を劣化する要因となっていました．

ジッターについて

ここで，オーディオ信号に対するジッターの影響について述べておきます．

オーディオ信号の再生時に発生するジッターを軽減する方法として，RAL-2496 UT 1のようにクロックとして別の水晶発振器とバッファ・メモリを使用する方法の他，DACの前にサンプリングレート・コンバータを置く方法や，クロック復調用PLLの特性改善方法がありますが，どの方法を採用するかは，製品の要求コスト・パフォーマンスによると言われています．これらの中でPLLの特性改善は，さらに検討の余地がのこされているのではなのでしょうか．例えば，VCXO(電圧制御水晶発振器）をもったPLLのループ時定数を起動時と動作時に切替える方法が考えられます．すなわち，起動時には時定数を小さくすればループの帯域が広くなり，キャプチャレンジが広がり引き込みが容易になります．そして，引き込みが完了した後は時定数を大きくして帯域を狭めれば水晶発振器本来のジッターの少ないクロックを生成することができます．

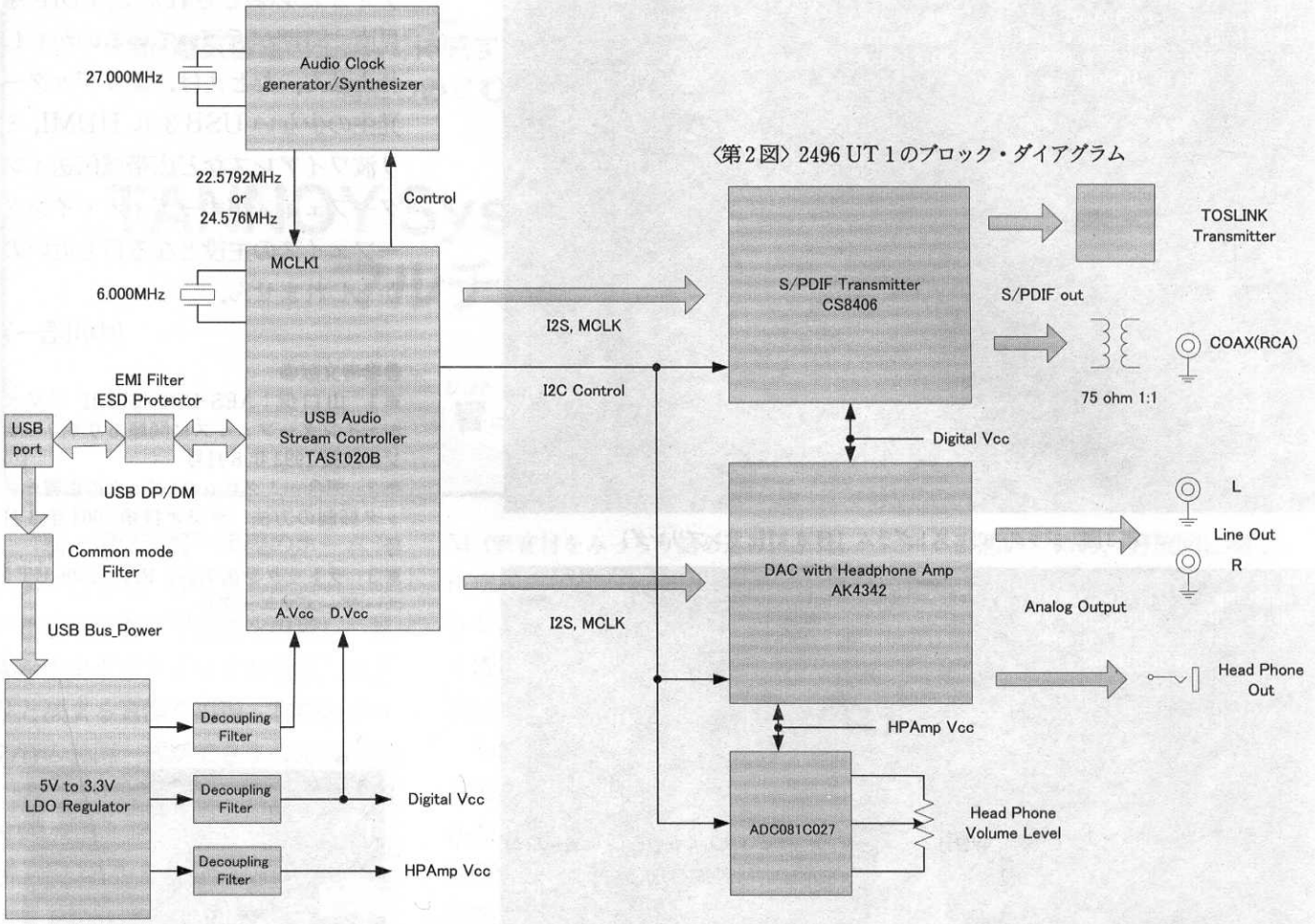
このようにすれば，従来のPLLでも十分にジッターの少ないクロックを再生でき，ある程度のパフォーマンスとコストを両立できます．

また，オーディオ・インターフェイスの伝送帯域は，そこに存在するフィルタ効果によりジッターの発生要因となるため，出来るだけ広くしなければならないとされ，そのジッターの影響による可聴限界は20 psという報告もあります．[*1]

RAL-2496 UT 1の構成

RAL-2496 UT 1では，オーディオ・データをバッファ・メモリに記録し，内蔵する独立したクロック発振回路により，バッファ・メモリを制御することで，ジッターの少ないオーディオ・ストリームを生成しています．

一般にバッファ・メモリでは，書込みクロックと読出しクロックが非同期の関係にあるため，メモリーのアンダーフローやオーバーフローが発生しますが，ここではCircular Bufferという手法によりこの問題を解決しています．Circular Bufferは，リング・メモリともいわれ，第1図に示すような構成の論理的な仮想メモリです．Circular Bufferは，バッファ・メモリ内の1エレメントが，すでに使用されているとき，他のメモリのように全エレメントを動かすことなく使用できるため，サウ



〈第2図〉2496 UT 1のブロック・ダイアグラム

力で行うこととしました．ただ，VICS社のキットにはS/PDIF出力端子が設けられていませんので，出力用OPアンプICとその周辺部品を基板から取除き，PCM 2704のS/PDIFピンに直接ハンダ付けした引出し線を2段のインバータを介してS/PDIF出力としました．

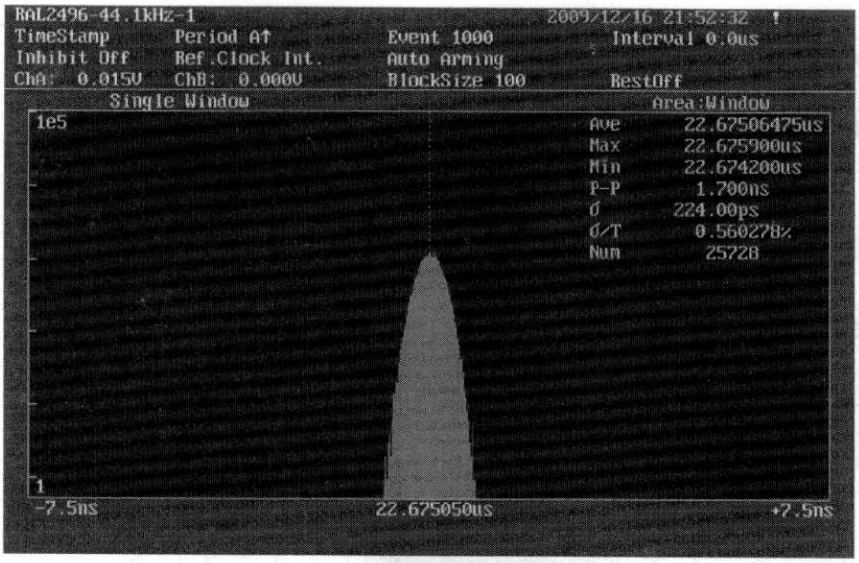
なお，前述のとおり，ここでも再びオーディオ装置に接続するS/PDIFインターフェイスによる音質の劣化が懸念されますが，止むを得ず今回はこれで試聴することにしました．S/PDIFでの劣化をなくすには，USBコントローラからのI²S出力を直接DAコンバータに接続すれば，USBインターフェイスの本来の特性が得られるのでしょう．なお，RAL-2496 UT 1では，I²S出力が直接DAコンバータに接続され，アナログ信号が出力されています．I²S出力を直接同じDAコンバータに接続した比較試聴については，いずれトライして見たいと考えています．

さて，前置きが長くなりましたが，両者のS/PDIF出力を同軸ケーブルにより音質には定評のあるウォルフソン社のDIR WM 8804とDAコンバータWM 8741を介してアンプに接続して試聴を行いました．

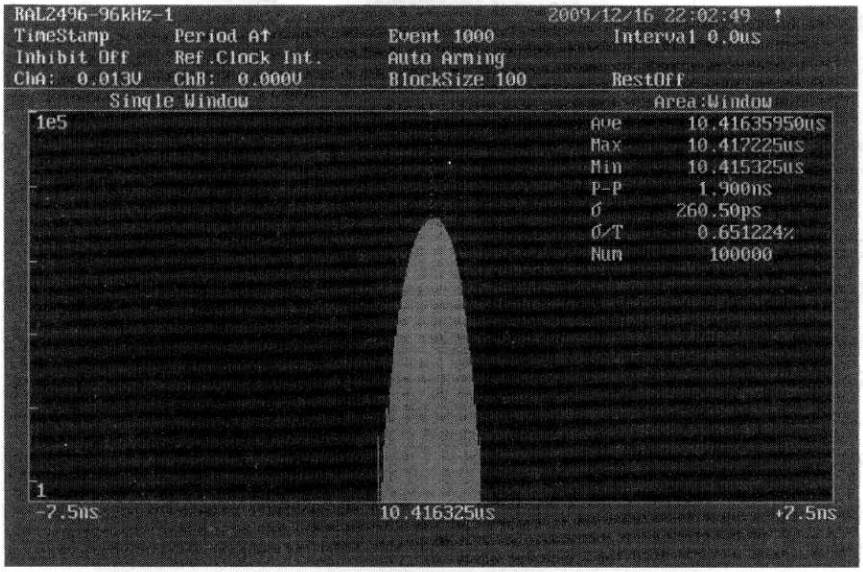
試聴は，先ず，44.1 kHzサンプリングのCDで行いましたが，両者とも重力感があり，しかも繊細な高音質の再生音を聞くことができました．両者の違いはわずかですが，RAL-2496 UT 1の方がやや優っているように感じました．なお，96 kHzサンプリング信号については，PCM 2704が，96 kHzサンプリングに対応していないため，両者の比較試聴はできませんでした．96 kHzサンプリングの再生で注意しなければならないのは，PCによっては，96 kHzまで対応しないものや，ダウンサンプリングされた44.1 kHzや48 kHzサンプリング信号が出力されることです．実際，筆者の使ったPCからはダウンサンプリングされた信号が出力されていました．

今回の比較試聴に使ったPCは現役を引退したかなり古いノートパソコンで，ディスク・ドライブからのドライブ音が聞こえるような代物でしたが，並以上のCDプレーヤと遜色のない音が比較的簡単に再生できることがわかりました．

PCを音楽再生に使う魅力は，CDだけでなく各種光ディスク再生や今後ネット配信が多くなると予想される高音質音源の再生が可能になることです．また，PCのメモリ機能を活用すれば，CDケースをいくつも積



〈第3図〉ジッターのヒストグラム（44.1 kHzサンプリング）

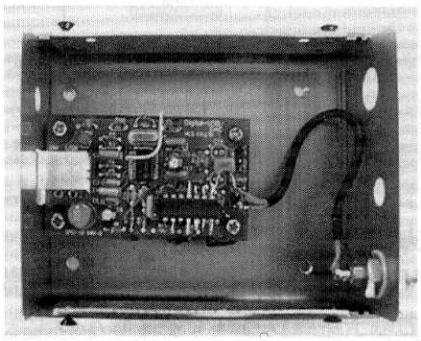


〈第4図〉ジッターのヒストグラム（96 kHzサンプリング）

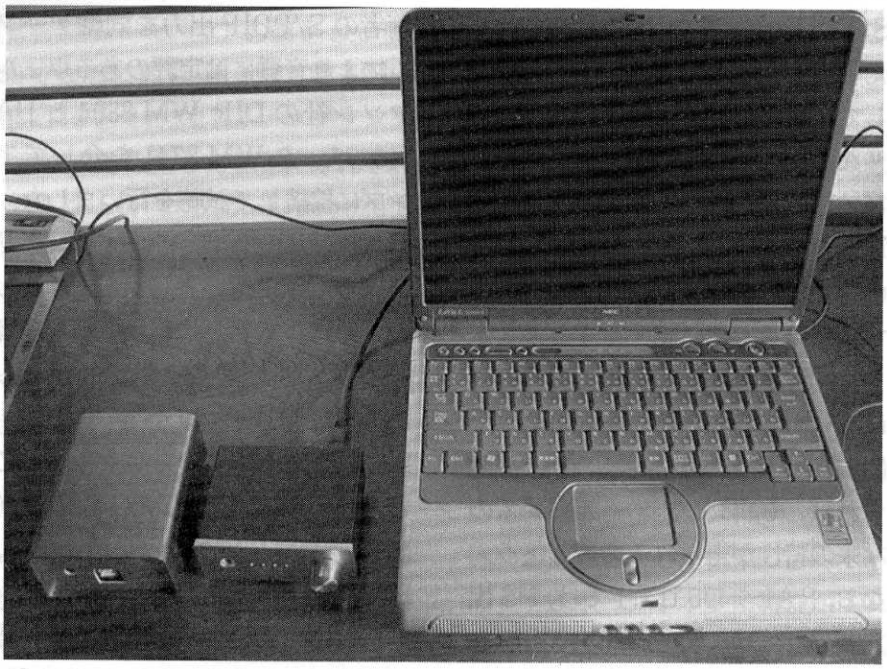
重ねておく必要がなくなります．本誌2月号で池田敏弘氏はUSB入力付真空管アンプを紹介されていますが，ポータブル・オーディオ装置に限らず，ハイエンド・オーディオ装置を含めたオーディオ装置全般へのUSB端子の装備と高音質化，低価格化が展開すると期待されます．極論すれば，USBトランスポートがCDプレーヤに替わることもないとはいえません．現に，カナダのSimaudio社がジッター・フリーのMOON 300 DというUSBトランスポートを発表したようです．さらに，USBインターフェイスの普及に関連して，今までデジタル・オーディオに必須とされたS/PDIFを見直す時期が近づいているのかもしれません．たとえば，よりジッター発生の少ないUSB 3.0，HDMI，ミリ波ワイアレスなど広帯域伝送インターフェイスがオーディオ・インターフェイスの主役となる日も近いのかもしれません．

（中川浩一）

●参考文献●
※1　山口侃：AES-EBU/SPDIFデジタル・インターフェイスに問題ありや？　ラジオ技術1993年8月号
※2　河合一：クロック・ジッタの影響とジッタ抑制の方法　ラジオ技術2004年3月号
※3　ラトックシステム：RAL-2496 UT 1 ユーザーズマニュアル



●組み立てたキットの内部



●PCに接続して音をチェック．左がキット，右がラトック製